



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**JUSSIENE COSTA**

**POTENCIAL USO DA MANIPUEIRA NO CONTROLE LARVICIDA DO  
*AEDES AEGYPTI***

**POTENTIAL USE OF CASSAVA WASTEWATER IN THE LARVICIDAL  
CONTROL OF *AEDES AEGYPTI***

São Cristóvão  
2018





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**JUSSIENE COSTA**

**POTENCIAL USO DA MANIPUEIRA NO CONTROLE LARVICIDA DO**  
***AEDES AEGYPTI***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, da Universidade Federal de Sergipe, para a obtenção do título de Mestre em Química.

**Orientador:** Profa. Dra. Valéria Priscila de Barros

**Coorientador:** Prof. Dr. Victor Hugo Vitorino Sarmento

**POTENTIAL USE OF CASSAVA WASTEWATER IN THE LARVICIDAL**  
**CONTROL OF *AEDES AEGYPTI***

Master dissertation presented to the Graduate Programm in Chemistry of the Federal University of Sergipe to obtain MSc. in Chemistry.



**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Costa, Jussiene  
C837p      Potencial uso da manipueira no controle larvícida do *Aedes aegypti* / Jussiene Costa ; orientadora Valéria Priscila de Barros - São Cristóvão, 2018.  
37 f. : il.

Dissertação (mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Química. 2. *Aedes aegypti*. 3. Dengue. 4. Resíduos orgânicos. 5. Manipueira. I. Barros, Valéria Priscila de orient. II. Título.

CDU 54:576.8



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SERGIPE

Programa de Pós-graduação em  
Química - PPGQ



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Comissão Julgadora da Dissertação  
de Mestrado de Jussiene Costa apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Química da  
Universidade Federal de Sergipe em 28/09/2018.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valéria Priscila de Barros  
Departamento de Química do Campus de Itabaiana- UFS

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Cristina Kiatkoski Kaminski  
Departamento de Química do Campus de Itabaiana-UFS

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rogeria de Souza Nunes  
Departamento de Farmácia-UFS

*A DEUS E A MINHA FAMÍLIA.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por todas as oportunidades dadas, por me iluminar e guiar meus passos, pois sei que ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu estás comigo.

À minha mãe, Gilza da Cruz, por todo amor, carinho e apoio, por sempre acreditar em meu potencial me incentivando a seguir sempre em frente e ir em busca dos meus objetivos.

À meu pai, José, aos meus irmãos, Adriano, Fabiano e Alexandre, e ao meu sobrinho Kayk, pelo incentivo, carinho e respeito.

As minhas cunhadas, Géssica, Thais e Jessica, pelos momentos de descontração, amizade e de saudável convivência familiar.

À minha família, pelo carinho de sempre e pelos bons momentos juntos.

Aos meus amigos, os que compartilharam da mesma experiência e aos que trilharam outros caminhos, apesar do distanciamento estiveram presentes em momentos importantes de minha vida e dessa jornada.

Aos amigos do grupo LPMH, sem citar nomes, por todos os momentos de trabalho e de descontração na UFS.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Valéria Priscila, pela oportunidade e pela confiança depositada em mim.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Victor Hugo, pela oportunidade dada durante a iniciação científica, por acreditar no meu potencial, pela paciência, pela confiança, por me amparar e me animar nos momentos de desânimo, um modelo de pessoa e profissional.

A professora Rogéria que me acolheu e me orientou na reta final dessa jornada, pela paciência que teve comigo, por me mostrar os erros e principalmente por me ajudar nos acertos, obrigada por compartilhar seus conhecimentos.

Ao pessoal do LADEF, em especial Adriana, Jeferson e a técnica May, por todo tempo e ajuda dedicados ao meu trabalho.

A professora Renata pelas valiosas contribuições dadas no exame de qualificação e até o final do mestrado.

Ao PPGQ pela busca da evolução do curso de pós-graduação em química.

A CAPES pela bolsa concedida.

Obrigada!

*“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”*

(Marie Curie)

## RESUMO

Para a eliminação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor de doenças como dengue, febre amarela, zika vírus e febre chikungunya, alguns métodos de controle são utilizados como o mecânico, químico e biológico. Porém, estudos recentes estão sendo realizados com o intuito de eliminar ou controlar esse vetor com o menor impacto ambiental possível. A manipueira é um líquido leitoso de cor amarelo-claro que escorre das raízes da mandioca brava. É considerada como uma suspensão, devido à presença de pequenas partículas sólidas de amido no líquido. A toxicidade da manipueira é consequente do  $\beta$ -glicosídeo linamarina, que é facilmente hidrolisada em ácido cianídrico. Ambientalmente, trata-se de um resíduo problemático pois possui uma alta carga de poluente com efeito tóxico. A acomodação ou o descarte inadequado no meio ambiente causa efeitos negativos no solo, em seres humanos e animais e torna a vida aquática impossível. Mas, devido a sua composição química tão diversificada tem sido alvo de diversos estudos, tal como a sua utilização como fertilizante, biogás, herbicida, inseticida, nematicida e larvicida. Esse trabalho objetivou investigar o potencial larvicida da manipueira fracionada em resíduo bruto, centrifugado e liofilizado. A atividade larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti* foi avaliada nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg L<sup>-1</sup>. Os resultados demonstraram que a concentração de manipueira influencia na eficiência da atividade larvicida e que tanto o resíduo bruto quanto resíduo centrifugado exibem um potencial larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti*, obtendo 100% de mortalidade das larvas em concentrações a partir de 70 mg L<sup>-1</sup> em ambas as frações, porém, o resíduo centrifugado é ainda mais eficiente, uma vez que a mortalidade também foi efetiva em menores concentrações, perceptível no valor de CL<sub>50</sub> encontrado que foi de 36,78 mg L<sup>-1</sup> para o resíduo bruto e 23,17 mg L<sup>-1</sup> para o resíduo centrifugado. O ensaio realizado com resíduo liofilizado não apresentou atividade larvicida, pois não observou nenhuma mortalidade das larvas do *Ae. aegypti* em 24 horas de ensaio.

**Palavras-chave:** Resíduo, Larvicida, *Aedes aegypti*, Glicosídeos cianogênicos, Dengue, Manipueira.



## ABSTRACT

For the elimination of *Aedes aegypti* mosquito, vector of diseases such as dengue fever, yellow fever, zika virus and chikungunya fever, some control methods are used as the mechanical, chemical and biological. However, recent studies are being carried out with the aim of eliminating or controlling this vector with the lowest possible environmental impact. Cassava wasterwater is a light-yellow milky liquid that drips from the roots of the manioc. It is considered as a suspension due to the presence of small solid particles of starch in the liquid. The toxicity of the manipueira is consequent of the  $\beta$ -glucoside linamarina that is easily hydrolyzed in hydrocyanic acid. Environmentally, it is a problematic waste because it has a high pollutant load with toxic effect. Improper accommodation or disposal in the environment causes negative effects on the soil, humans and animals and renders aquatic life impossible. But because of its diverse chemical composition, it has been the subject of several studies, such as its use as fertilizer, biogas, herbicide, insecticide, nematicide and larvicide. The objective of this work was to investigate the larvicidal potential of the fractionated manipueira in crude, centrifuged and lyophilized residues. The larvicidal activity against *Ae. aegypti* was evaluated at the concentrations of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 mg L<sup>-1</sup>. The results showed that the concentration of manipulative influence on the efficiency of the larvicidal activity and that both the raw residue and the centrifuged residue exhibit a potential larvicida against *Ae. aegypti*, obtaining 100% larval mortality at concentrations of 70 mg L<sup>-1</sup> in both fractions, however, the centrifuged residue is even more efficient, since the mortality was also effective at lower concentrations, noticeable in the LC<sub>50</sub> value found that was 36.78 mg L<sup>-1</sup> for the crude residue and 23.17 mg L<sup>-1</sup> for the residue centrifuged. The lyophilized residue test did not present larvicidal activity, as it did not observe any mortality of *Ae. aegypti* in 24 hours of assay.

**Keywords:** Residue, Larvicidal, *Aedes aegypti*, Cyanogenic glycosides, Dengue, Cassava wasterwater.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

*Ae. aegypti* - *Aedes aegypti*

CL<sub>50</sub> - Concentração letal média

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

OMS - Organização Mundial de Saúde

OPAS - Organização Pan-americana de Saúde

DL<sub>50</sub> - Dose letal média

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

*d* - densidade

*m* - massa

*V* - volume

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 <i>Aedes aegypti</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Alternativas naturais.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Produção de mandioca.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Manipueira.....</b>	<b>20</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>24</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Material.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.1 Reagentes e Solventes.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.2 Equipamentos .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Métodos .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.1 Obtenção da Manipueira .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2 Determinação da densidade da manipueira.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.3 Centrifugação da manipueira.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.4 Liofilização da manipueira .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2.5 Avaliação da concentração letal média (CL<sub>50</sub>) das frações de manipueira frente às larvas do <i>Ae. Aegypti</i> .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2.6 Determinação das massas e volumes empregados nos ensaios larvicidas .....</b>	<b>26</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Avaliação da atividade larvicida da manipueira: Resíduo bruto .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2 Avaliação da atividade larvicida da manipueira: Resíduo centrifugado .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 Avaliação da atividade larvicida da manipueira: Resíduo liofilizado (pó) .....</b>	<b>31</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>7 PERSPECTIVAS DO TRABALHO.....</b>	<b>33</b>

<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>
----------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças transmitidas por vetores estabelecem um importante motivo de morte no Brasil e no mundo (TAUIL, 2006). Culicídeos, insetos de duas asas, do gênero *Culex*, *Anopheles* e *Aedes* são vetores patogênicos e seu controle populacional é de suma importância, detendo assim o ciclo de transmissão de doenças como filariose (conhecida como elefantíase), malária e a dengue, respectivamente. A redução populacional desses vetores ainda é um grande desafio para os programas de controle, devido as suas características biológicas, a desordem urbana, além de fatores ambientais que propiciam o contato entre o vetor e o homem (LACEY, 2007).

O *Aedes aegypti* é o vetor responsável pela transmissão da dengue, febre amarela, zika vírus e febre chikungunya, levando a centenas de mortes por ano em todo o mundo. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que 2,5 bilhões de pessoas estão com o risco de contrair a dengue, e que 50 milhões de casos de dengue ocorram anualmente (BRASIL, 2016). É um mosquito de hábitos domésticos e diurnos, que se prolifera em áreas de maior densidade populacional, seu desenvolvimento passa por quatro fases: ovo, larva, pupa e mosquito adulto. Somente a fêmea pica o homem, pois necessita de sangue para maturar os ovos, e é exatamente por meio da picada da fêmea que se dá a transmissão das doenças relacionadas.

Dentre os métodos de eliminação/controle do mosquito, destacam-se os químicos, mecânicos e biológicos. Os inseticidas químicos ainda são bastante utilizados, mas, devido a ocorrência da resistência de populações do *Ae. aegypti* ao uso desses inseticidas, os órgãos governamentais vêm, ao longo dos anos, tentando promover a sua substituição. Os programas de controle de vetores têm utilizado de diferentes estratégias que são capazes de diminuir a densidade de populações de vetores e, conseqüentemente, reduzir a proliferação de doenças, com o menor impacto possível ao meio ambiente (ZARA et al, 2016).

Existem vários larvicidas sendo estudados para o uso no controle do mosquito *Ae. aegypti*. Dentre eles destacam-se os de origem bacteriana (GARCEZ et al, 2013), fungos (GOMES et al, 2015), óleos essenciais (FERREIRA et al, 2015), extratos vegetais (PORTO et al, 2017) e algas marinhas (SALVADOR-NETO et al, 2016).

Estudos promissores utilizando a manipueira como larvicida também estão sendo realizados (LEMONS et al, 2007). A manipueira (*Cassava Wastewater*) é um líquido de cor amarelo-claro, que escorre das raízes da mandioca brava no processo de produção de farinha ou extração de fécula. É considerada com uma suspensão, devido à presença de pequenas

partículas sólidas de amido no líquido, sendo utilizada como adubo, inseticida, acaricida e nematicida. Contudo, também se trata de um resíduo problemático, pois possui uma alta carga de poluente com efeito tóxico. A mandioca é a sexta matéria-prima mais produzida no mundo, e amplamente difundida no Brasil, tendo como as regiões Norte e Nordeste as maiores produtoras (AVANCINI et al, 2007).

A acomodação no ambiente de resíduos gerados em diversas atividades domésticas e industriais, tem resultado em diversos relatos de problemas de poluição ambiental. A crescente produção desses resíduos, fez com que diversos órgãos governamentais se preparassem para aplicar uma política ambiental que reduzisse ao máximo os impactos ao meio ambiente. O descarte de resíduos ainda é considerado insuficiente para as quantidades que são produzidas, bem como a falta de informações sobre a sua reutilização pela população (VARGAS; HILLIG e NETTO, 2012).

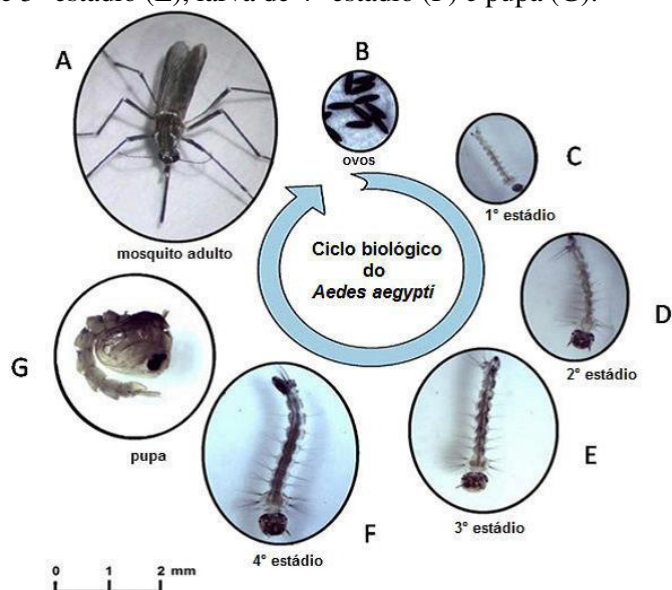
O presente trabalho busca a avaliação do emprego da manipueira como um potencial larvicida no controle e/ou combate do mosquito *Ae. Aegypti*, reduzindo desta forma os impactos que este resíduo causa ao meio ambiente, reutilizando sem danos aos organismos não- alvos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 *Aedes aegypti***

O *Ae. aegypti* é um mosquito originário do Egito, na África, introduzido em regiões tropicais ou subtropicais do planeta desde o século XVI no período das grandes navegações. Nas Américas, possivelmente aconteceu durante o período colonial a partir do tráfico de escravos. Foi descrito cientificamente pela primeira vez em 1762 quando foi denominado *Culex aegypti*. O nome *Ae. aegypti* só foi estabelecido em 1818, com a definição do gênero *Aedes*. Segundo relatos da Organização Pan-americana de Saúde (OPAS), a primeira epidemia de dengue no continente americano ocorreu no Peru no início do século XIX. No Brasil, os primeiros relatos datam do final do século XIX e início do século XX (FIOCRUZ, 2016). É um mosquito que apresenta em seu ciclo de vida as fases ovo, quatro estádios larvais, pupa e adulto, Figura 1. Seu ciclo dura em torno de dez dias, desde o ovo até a fase adulta (BERMUDI et al, 2017).

**Figura 1** - Ciclo de vida do *Aedes aegypti*. Mosquito adulto (A), ovos (B), larva de 1º estágio (C), larva de 2º estágio (D), larva de 3º estágio (E), larva de 4º estágio (F) e pupa (G).



Fonte: GERIS et al, 2012.

Os ovos medem cerca de 1 mm de comprimento e são depositados pela fêmea individualmente próximo a superfície da água, nas paredes internas de depósitos que servem de criadouros. Os ovos do *Ae. aegypti* são capazes de resistir a longos períodos de seca, podendo prolongar-se por mais de um ano, o que possibilita o seu transporte por grandes distâncias, sendo esse o principal meio de disseminação do inseto (BRASIL, 2015).

As larvas são aquáticas, alimentam-se principalmente de matéria orgânica que se acumulam nas paredes dos criadouros, e não resistem a extensos períodos sem alimentação. Passam por quatro estádios larvais (L1, L2, L3 e L4) e a duração desta fase depende da temperatura e disponibilidade de alimento, porém em condições favoráveis, o período do primeiro ao quarto estágio não passa de cinco dias (BRASIL, 2015).

A fase da pupa dura de dois a três dias, nesta fase as larvas não se alimentam, e é nesta etapa que ocorre a transformação para a fase adulta e reprodutiva do inseto. Uma única inseminação já é o suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir (BRASIL, 2015).

As fêmeas são hematófagas, alimentam-se de sangue, pois necessitam das proteínas presentes no sangue para que aconteça a maturação dos ovos, isso explica porque somente as fêmeas picam o homem. Podem realizar de quatro a cinco ciclos reprodutivos (FIOCRUZ, 2016), e viver na natureza em média de 30 a 35 dias (BRASIL, 2015). Sua picada é pouco dolorida, ágeis e discretas abandonam a presa ao menor movimento, passando assim, por vários

hospedeiros disseminando doenças. O *Ae. aegypti* é o vetor primário de doenças como a dengue, febre amarela, zika vírus e febre chikungunya (GIACOPPO et al, 2016).

A maior parte das doenças causadas por vetores não possuem vacinas disponíveis. Por esta razão a eliminação ou controle populacional é uma medida efetiva para deter o ciclo de transmissão de tais doenças. A participação da população é de suma importância. As campanhas educativas centralizadas na divulgação de informações que propiciem o conhecimento sobre os vetores, suas doenças e as medidas de controle têm contribuído para atingir grande parte da população. Porém, a população muitas vezes tem a informação correta, mas, suas práticas não são condizentes com o conhecimento adquirido, e esse é mais um problema a ser combatido (GUBLER, 2002).

A partir do século XX, o combate ao *Ae. aegypti* foi intensificado no Brasil, o objetivo nessa época era reduzir o número de casos de febre amarela que havia levado centenas de pessoas a morte. O controle se dava por meio da eliminação mecânica dos criadouros e tratamentos com inseticidas. No período de 1958 a 1973, o *Ae. aegypti* chegou a ser considerado erradicado do país por duas vezes, mas foi reintroduzido em 1976 e desde então está presente (ZARA et al, 2016).

Os métodos de eliminação/controlado comumente utilizados são: mecânicos, químicos e biológicos.

O **controle mecânico** consiste na utilização de práticas capazes de eliminar o vetor, os criadouros, ou reduzir o contato homem-mosquito. As principais atividades envolvem a destruição ou a destinação adequada de criadouros, drenagem de reservatórios e instalação de telas em portas e janelas (ZARA et al, 2016).

O **controle químico** vem sendo utilizado desde a descoberta dos inseticidas sintéticos, na década de 40. Consiste no uso de produtos químicos, sendo que das várias classes de inseticidas, os principais utilizados são os carbamatos e piretróides. Por atuarem em sítios-alvos presentes em vários organismos, apresentam como limitação a ação em organismos não-alvos, além de populações de insetos resistentes decorrente do uso prolongado desses inseticidas (FERREIRA; SILVA-FILHA, 2013). Sendo necessário a aplicação de dosagens cada vez maiores, o que ocasiona efeitos tóxicos com acúmulo nos tecidos de animais e humanos, revelando a necessidade de substituição por outros agentes. Seu uso tem que ser racional, seguro para o meio ambiente e para a população (TORRES et al, 2014).

As barreiras encontradas no controle químico contribuíram com o surgimento de métodos de controle mais seletivos e com isto, o **controle biológico** se tornou uma opção



bastante eficaz. O método de controle é baseado na utilização de predadores ou patógenos com potencial para redução da população vetorial. Dentre eles, as bactérias são consideradas os agentes de controle biológico mais utilizados e estudados (ZARA et al, 2016). Como por exemplo, o uso da bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *israelenses* (Bti), que libera certas toxinas na forma de protoxinas ainda inativas, quando estas chegam ao intestino médio, são ativadas por meio da ação de uma protease causando a degradação do intestino, interrompendo a secreção normal e favorecendo a germinação de esporos que acarretará em uma intoxicação e na morte da larva (GARCEZ et al, 2013), porém, a utilização contínua do Bti também favorece a seleção de populações de *Ae. aegypti* resistentes (TORRES et al, 2014).

## 2.2 Alternativas naturais

O uso indiscriminado de inseticidas químicos sintéticos como medida nos programas de controle do *Ae. aegypti*, tem levado a ocorrência de resistência desses mosquitos, sem contar a contaminação que podem causar ao meio ambiente e aos organismos não-alvos. Levando em consideração esses argumentos e devido à necessidade de descobrir novos métodos eficazes e seguros, tem crescido a busca por alternativas naturais, tais como extratos vegetais e óleos essenciais com propriedades larvicidas (NEVES et al, 2017).

Diversas plantas apresentam efeitos larvicida contra o *Ae. aegypti*. A maior parte dos estudos é realizada com extratos brutos e óleos essenciais, plantas das famílias Fabaceae, Rutaceae, Piperaceae, Boraginaceae, Annonaceae, Apiaceae, Asteraceae, Caesalpinoideae, Cupressaceae, Erythroxylaceae, Lauraceae, Meliaceae, Monimiaceae, Moraceae, Phrymaceae, Simaroubaceae, Sterculiaceae, Targionaceae, Taxodiaceae e Zingiberaceae se destacam na produção de substâncias larvicidas (GARCEZ et al, 2013).

Óleos essenciais das espécies de *Piper aduncum*, *Piper marginatum* e *Piper nigrum* foram analisados por COSTA e colaboradores (2010), estas espécies destacam-se pela produção de óleos essenciais que podem apresentar características citotóxicas e inseticidas, os autores comprovaram que as três espécies testadas apresentaram atividades larvicida contra o *Ae. aegypti*, sendo que a espécie *Piper marginatum* apresentou maior atividade larvicida com  $CL_{50}$  igual a  $8,29 \mu\text{g ml}^{-1}$ . O óleo essencial de *Citrus sinensis* (L) Osbeck (CSEO) foi estudado como um promissor agente larvicida no combate as larvas de *Ae. aegypti*. Foram preparados sistemas nanoestruturados, tais sistemas podem sofrer transição de fase em solução aquosa. Os sistemas foram obtidos a partir de diagrama de fase, adquirindo um total de 10 formulações (A1-A10), os resultados foram satisfatórios com valores de  $CL_{50}$  igual a 6,55 ppm para A3 e 5,93 ppm

para A4, significando que ambas as amostras apresentaram uma expressiva atividade larvicida contra larvas do *Ae. aegypti* (FERREIRA et al, 2015).

SALVADOR-NETO e colaboradores (2016) realizaram estudos sobre os efeitos da toxicidade de um composto bioativo extraído da alga marinha *Laurencia dendroidea* contra as larvas do *Ae. aegypti*. Duas moléculas foram identificadas e isoladas, o (-) - elatol e (+) - obtusol, e posteriormente avaliadas como larvicidas. Os resultados demonstraram que o (+) - obtusol apresenta maior atividade larvicida que o (-) - elatol, com CL<sub>50</sub> igual a 3,5 ppm, indicando que essa pode ser uma alternativa promissora para o controle do *Ae. aegypti*.

ERNANDES e colaboradores (2014) realizaram um estudo comparativo utilizando diferentes concentrações de manipueira, líquido extraído da mandioca, para verificar a eficiência no processo fermentativo para obtenção da bactéria Bti, para ser usada como um biopesticida contra o *Ae. aegypti*.

LEMOS e colaboradores (2007) realizaram estudos utilizando a manipueira como larvicida, obtendo resultados de 100% de mortalidade das larvas do *Ae. aegypti* e um valor de DL<sub>50</sub> igual a 1,62%.

### 2.3 Produção de mandioca

A mandioca é uma planta pertencente à família *Euphorbiaceae* gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz. É uma cultura de origem brasileira, sua produção está direcionada principalmente para o consumo humano, sobretudo nos países em desenvolvimento. O último levantamento feito pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), mostrou que a produção mundial de raiz de mandioca em 2014 foi de 270 milhões de toneladas, ficando o Brasil na quarta posição produzindo 23 milhões de toneladas. Em 2016, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção brasileira de mandioca atingiu aproximadamente 22 milhões de toneladas, e em 2017 foi de aproximadamente 21 milhões, com uma variação de -2,3% (IBGE, 2017).

A mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, principalmente no Norte e Nordeste (Figura 2), a agricultura familiar é responsável por 87% da produção. Nestas duas regiões, o cultivo da mandioca está voltada principalmente para o consumo humano na forma *in natura*, para a produção de farinha e extração de fécula. No Nordeste os maiores produtores de mandioca são os estados da Bahia e Maranhão, com uma produção de 10 e 7% em 2017, respectivamente (IBGE, 2017). Sergipe está em 4º lugar, com uma cultura largamente difundida

e distribuída em 67 municípios, sendo que os municípios de Lagarto, Itabaiana, Campo do Brito e Pacatuba representam 56% da produção estadual (SANTOS; SILVA, 2016).

**Figura 2** - Produção brasileira de mandioca por região fisiográfica em 2016.



Fonte: IBGE- Levantamento sistemático da produção agrícola, 2017.

Levando em consideração os níveis de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) que estão presentes nas raízes da mandioca, pode-se determinar a diferença entre as variedades de maior toxidade, conhecidas como amargas ou bravas e as variedades menos tóxicas, conhecidas como doces ou mansas. Essa determinação vai de acordo com o teor de ácido cianídrico presente nas raízes dos diferentes cultivares: as consideradas não tóxicas possuem menos de 50 mg/kg de raízes frescas e as muito tóxicas possuem mais de 100 mg/kg (CHISTÉ et al, 2010).

O beneficiamento da mandioca para a produção de farinha, segundo OHIMAIN e colaboradores (2013), considera as seguintes etapas: colheita, lavagem, descascamento, trituração, prensagem (Figura 3), esfarelamento, torrefação, peneiramento, esfriamento e ensacamento.

**Figura 3** – Processo de prensagem da mandioca.



Fonte: Próprio autor.

Uma tonelada de raízes de mandioca processada em uma casa de farinha gera em média 300 litros de manipueira por dia, e, geralmente é descartada ou acomodada incorretamente em rios, lagos e solo.

## **2.4 Manipueira**

A manipueira é um líquido leitoso de cor amarelo-claro que escorre das raízes amiláceas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), decorrente da prensagem da sua massa ralada, para a fabricação da farinha e extração de fécula. É considerada como uma suspensão, devido à presença de pequenas partículas sólidas de amido no líquido. Possui um alto teor de matéria orgânica, glicose e outros açúcares, proteínas, glicosídeos cianogênicos como a linamarina e lotaustralina e diferentes sais minerais. Sua composição é variável (Quadro 1) e depende de vários fatores, tais como: espécies cultivadas, época do ano, tipo de solo, temperatura, adubação aplicada na cultura, altitude e umidade (CONCEIÇÃO et al, 2013).

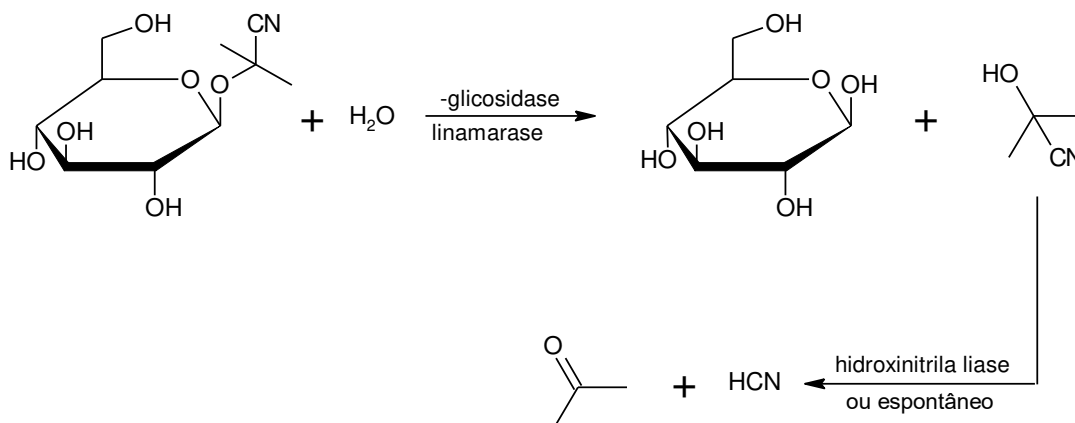
**Quadro 1** - Composição química da manipueira.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores (mg L<sup>-1</sup>)</b>
Alumínio	6,6
Cálcio	31,37
Cianeto	12
DBO	6210
DQO	14700
Fósforo	17,8
Magnésio	36,87
Nitrogênio total	32,4
Potássio	333,6
Sódio	51,7
<b>Valores (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	
Cobre	0,05
Ferro	6,09
Manganês	0,62
Zinco	0,59
pH	4,8

Fonte: SILVA et al. (2005).

A toxicidade da manipueira é decorrente da hidrólise enzimática do  $\beta$ -glicosídeo linamarina, glicosídeo mais representativo (93%) e que está presente em todas as partes da planta (CORDEIRO, 2007; SANTOS et al, 2010). A partir do momento que o tecido vegetal é triturado ou macerado, a linamarina é hidrolisada pela linamarase formando glicose e acetona cianohidrina. A acetona cianohidrina pode ser catalisada por uma liase, transformando-se em ácido cianídrico e acetona, como é mostrado na Figura 4. Enzimas presentes no trato digestivo de humanos e animais possuem a capacidade de ativar a catálise da acetona cianohidrina, podendo levar a sintomas de intoxicação dependendo da quantidade que é ingerida (CAGNON et al, 2002; CONCEIÇÃO et al, 2013).

**Figura 4** - Hidrólise do  $\beta$ -glicosídeo linamarina.



Fonte: CEREDA, 2003; SANTOS et al, 2010.

O cianeto contido na manipueira é derivado das raízes da mandioca. Este pode estar contido no ambiente em diversas formas, incluindo HCN, sais (NaCN e KCN) ou em suas formas complexadas como o Hexacianoferrato (II) de potássio ( $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ ). Sua toxicidade vem sendo estudada há muito tempo e depende de suas formas químicas, estabilidade e biodisponibilidade. A ação tóxica nos animais pode ser fatal, devido a afinidade com o ferro, ligando-se assim a hemoglobina para formar a cianohemoglobina, impossibilitando o transporte de oxigênio no sangue (AMORIM et al, 2006). Estudos realizados por NEVES e colaboradores (2014), sobre a persistência do cianeto livre em manipueira, revelou que em condição ambiente, em até 50 dias ainda é possível detectar cianeto na manipueira.

A crescente preocupação com meio ambiente, devido à acomodação inadequada de resíduos gerados em quantidades cada vez maiores, vem sendo debatida há alguns anos tanto nacionalmente quanto internacionalmente, devido a ampliação da consciência coletiva social em relação aos impactos ambientais que estes podem acarretar. A partir da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída na lei nº 12.305/10, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, a sociedade como um todo passou a ser responsável pela gestão ambiental adequada de resíduos. Nessa política, o cidadão é responsável pela disposição correta dos resíduos que gera; o setor privado é responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos e sua reincorporação na cadeia produtiva e os governantes ficam responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos (PNRS, 2012).

Os problemas ambientais que são causados pela acomodação inadequada da manipueira, são proveniente essencialmente do alto valor de sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO), associado ao volume produzido. Em média a DBO da manipueira é de  $60 \text{ g L}^{-1}$ , comparando

esse valor com a DBO do esgoto sanitário ( $0,4 \text{ g L}^{-1}$ ), é possível observar seu grande potencial poluidor. Ao ser biodegradada nos corpos receptores, a matéria orgânica origina um decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido no meio hídrico, danificando ou tornando impossível a vida aquática (SOUZA; JUSTO; MARTINS, 2014).

Assim, a utilização deste resíduo, além de diminuir os impactos sobre o meio ambiente, devido à acomodação inadequada, pode ser um fator importante para a produção de subprodutos. Devido a sua composição química, vários são os estudos realizados com a manipueira, como por exemplo, fertilizantes (VIEITES, 1998; NEVES et al, 2014), biogás (BARANA, 2000; NEVES et al, 2014), herbicidas (FIORETTO, 1985; NEVES et al, 2014), inseticida (PONTE et al., 1992; NEVES et al, 2014) e nematicida (NASU et al., 2015).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial de ação da manipueira no controle larvicida do *Aedes aegypti*.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a ação do resíduo bruto, centrifugado e liofilizado como larvicidas contra as larvas de *Ae. aegypti*;
- Determinar a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) de cada fração frente as larvas de *Ae. aegypti*.



## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Material**

#### **4.1.1 Reagentes e Solventes**

- Manipueira;
- Água destilada.

#### **4.1.2 Equipamentos**

- Balança Analítica (BEL ENGINEERING M214Ai);
- Micropipeta (KASVI);
- Centrífuga (CENTRIBIO M80-2B-15mL);
- Liofilizador (LABCONCO FreeZone 4.5).

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Obtenção da Manipueira**

A manipueira foi obtida em casa de farinha localizada no povoado Gameleira, situado na cidade de Campo do Brito-SE. O material colhido foi mantido em repouso durante 24 horas para a decantação de partículas sólidas de amido. Após isso, o resíduo foi fracionado em resíduo bruto, centrifugado e liofilizado.

#### **4.2.2 Determinação da densidade da manipueira**

A densidade da manipueira foi determinada com o auxílio de um picnômetro. Um picnômetro de 50 mL foi calibrado com água destilada a 25 °C. A manipueira foi adicionada no picnômetro e, em seguida, realizou-se a pesagem para a obtenção da massa. O resultado de densidade foi obtido pelo quociente entre a massa adquirida de manipueira e a massa de água. A partir do valor encontrado, determinou-se os volumes e as massas que seriam utilizados nos ensaios larvicidas. Esse procedimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Materiais Híbridos (LPMH) da Universidade Federal de Sergipe.

#### **4.2.3 Centrifugação da manipueira**

A centrifugação da manipueira foi realizada utilizando uma centrífuga da CENTRIBIO modelo 80-2B-15mL. A amostra de manipueira foi distribuída em 10 tubos de fundo redondo, com capacidade para 15 mL, em seguida, foram acoplados ao equipamento e submetidos a uma

velocidade de 3.000 rpm durante 20 minutos. A centrifugação foi realizada para a separação de partículas de amido presentes no líquido. Esse procedimento foi realizado no Laboratório de Desenvolvimento Farmacotécnico (LADEF) da Universidade Federal de Sergipe.

#### **4.2.4 Liofilização da manipueira**

A liofilização foi conduzida em um liofilizador de bancada da LABCONCO modelo FreeZone 4.5. Inicialmente, 600 mL de manipueira centrifugada foram distribuídos em frascos de congelamento rápido, em seguida, foram colocados em um freezer para o congelamento da amostra durante 48 horas. Posteriormente os frascos foram acoplados ao equipamento de liofilização, submetidos a uma temperatura de -54 °C e pressão interna de 0,010 mbar durante uma semana. A liofilização foi realizada com o intuito de remover o solvente (água) presente na manipueira. Este procedimento foi realizado no Laboratório de Desenvolvimento Farmacotécnico (LADEF) da Universidade Federal de Sergipe.

#### **4.2.5 Avaliação da concentração letal média (CL<sub>50</sub>) das frações de manipueira frente às larvas do *Ae. Aegypti***

Para a determinação da atividade larvicida das frações de manipueira, larvas da cepa de Rockfeller de *Ae. aegypti* foram adquiridas no insetário do Laboratório de Entomologia e Parasitologia Tropical (LePat) do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Sergipe. Na determinação da atividade larvicida foram preparadas soluções aquosas de 20 mL variando a concentração dos sistemas de 5 a 100 mg L<sup>-1</sup>. A estas soluções foram inseridas 20 larvas Rockfeller nos estádios L3/L4. Os ensaios foram realizados em triplicata e após 24 horas foi verificado o número de larvas mortas, sendo considerada morta a larva que não apresentava movimento. A análise estatística foi realizada a partir da determinação da concentração letal média capaz de reduzir 50% das larvas (CL<sub>50</sub>) e então calculado o intervalo de confiança. Os dados foram submetidos à análise probítica de acordo com Finney (1971). Os ensaios foram realizado no Laboratório de Desenvolvimento Farmacotécnico (LADEF) da Universidade Federal de Sergipe.

#### **4.2.6 Determinação das massas e volumes empregados nos ensaios larvicidas**

A partir da determinação da densidade (1,026 g mL<sup>-1</sup>), calculou-se o volume de resíduo bruto e resíduo centrifugado e a massa de resíduo liofilizado (Quadro 2) utilizados para cada concentração analisada. Tais cálculos foram realizados por meio da Eq. 1:

$$d = \frac{m}{V} \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo,

$d$  = densidade (g mL<sup>-1</sup>)

$m$  = massa (g)

$V$  = volume (mL)

**Quadro 2** – Quantidades em volume de resíduo bruto e centrifugado, e quantidades em massa de resíduo liofilizado utilizados para cada concentração analisada.

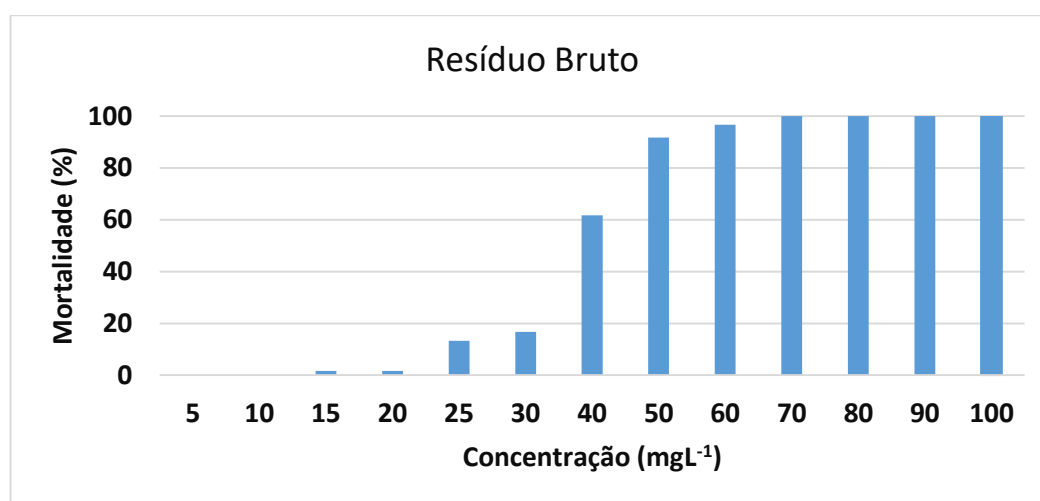
Resíduo: bruto e centrifugado		Resíduo liofilizado	
Concentração (mg L <sup>-1</sup> )	Volume (μL)	Concentração (mg L <sup>-1</sup> )	Massa (mg)
5	97,4	5	0,1
10	194	10	0,2
15	292	15	0,3
20	389	20	0,4
25	487	25	0,5
30	584	30	0,6
40	779	40	0,8
50	974	50	1,0
60	1160	60	1,2
70	1360	70	1,4
80	1550	80	1,6
90	1750	90	1,8
100	1950	100	2,0

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação da atividade larvicida da manipueira: Resíduo bruto

Na busca por alternativas naturais para eliminação/controle do *Ae. aegypti*, várias pesquisas são desenvolvidas com o intuito de descobrir novas substâncias de origem vegetal com atividade larvicida. Na Figura 5, são apresentadas as porcentagens de larvas mortas de *Ae. aegypti* em função do tempo de exposição e da concentração de manipueira.

**Figura 5** - Porcentagem de larvas mortas após 24 horas de exposição a várias concentrações de resíduo bruto.



Observa-se que com o aumento da concentração de manipueira no meio, mais eficiente é a atividade larvicida. Os ensaios mostram que as concentrações acima de 60 mg L<sup>-1</sup> apresentaram um percentual de 100% de mortalidade das larvas em 24 horas. A análise estatística revelou que a concentração letal capaz de reduzir 50% das larvas (CL<sub>50</sub>) com o resíduo bruto foi de 36,78 mg L<sup>-1</sup> (33,82-39,90). Este resultado significa que a manipueira exibe um potencial larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti*, sendo capaz de eliminar 50 % das larvas em concentrações iguais ou maiores de 36,78 mg L<sup>-1</sup>. A toxicidade da manipueira é reconhecida por meio da presença de glicosídeos cianogênicos altamente hidrolisáveis formando ácido cianídrico, e o seu potencial uso vem sendo estudado há bastante tempo (OGHENEJOBOH, 2015).

A atividade inseticida da manipueira sobre a mortalidade do pulgão da couve (*Brevicoryne brassicae*), foi avaliada em diferentes proporções de manipueira em água (1:1, 1:2; 1:3; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:30). As soluções foram pulverizadas uniformemente e a

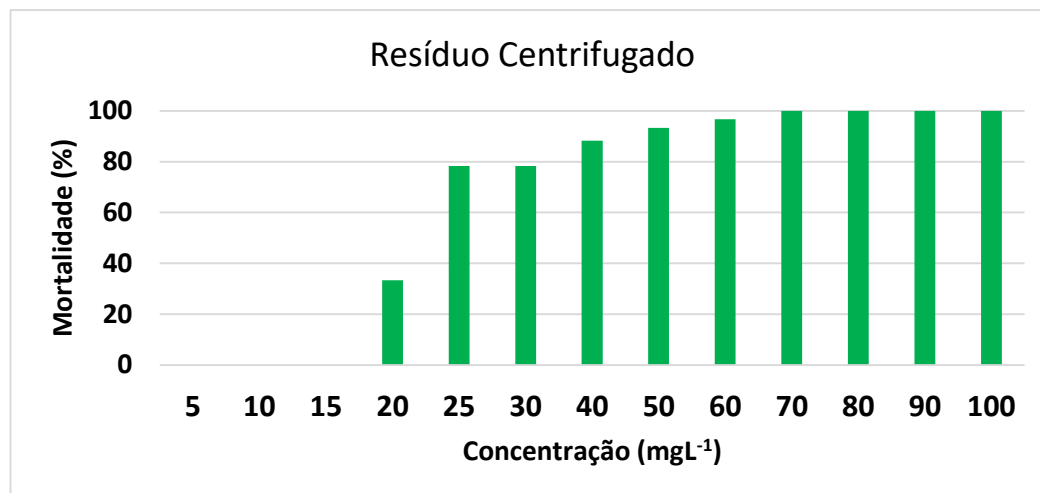
contagens dos insetos foram realizadas em 24 e 48 horas após a aplicação, tais testes demonstraram que a ação letal da manipueira é bastante rápida, devido à presença de glicosídeos cianogênicos, causando mortalidade superior a 50% em até 10 horas e, na proporção 1:5 a mortalidade de 100% dos insetos foi constatada em apenas 6 horas de teste, mostrando que a manipueira afetou consideravelmente a reprodução do pulgão *Brevicoryne brassicae* (JESUS e MENDONÇA, 2012).

Um estudo sobre o potencial da manipueira aplicada ao solo para o controle do nematoide *Meloidogyne incognitana* na cultura de soja, utilizando onze concentrações (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%), mostrou que as plantas que receberam uma única aplicação de manipueira apresentaram ganho de 100,41% no comprimento radicular, enquanto o volume e a massa apresentaram ganhos de 81,52% e 28,11% respectivamente com a segunda aplicação, isso se deve a presença de macro e micronutrientes presentes na manipueira. Quanto ao nematóide a aplicação única foi mais eficiente na redução do número de juvenis no solo e na raiz, do que com a segunda aplicação, aonde as  $CL_{50}$  foram de 1,65% e 4,37%, respectivamente. Tal redução pode ser explicada pela presença de compostos tóxicos na manipueira, tais como o ácido cianídrico e o íon cianeto ( $CN^-$ ) (FONSECA et al., 2016).

## **5.2 Avaliação da atividade larvicida da manipueira: Resíduo centrifugado**

Apesar do tempo de repouso para a decantação do amido, ainda é possível observar no líquido (sobrenadante), pequenas partículas de amido. Realizou-se a centrifugação para a separação total deste sólido do líquido e, assim, poder avaliar a sua atividade larvicida. As porcentagens de larvas mortas de *Ae. aegypti* em função do tempo de exposição e da concentração de manipueira é apresentado na Figura 6.

**Figura 6-** Porcentagem de larvas mortas após 24 horas de exposição a várias concentrações de resíduo centrifugado.



Observa-se que com o aumento da concentração de manipueira no meio, mais eficiente é a atividade larvicida. Os ensaios mostram que as concentrações de 40 mg L<sup>-1</sup> a 60 mg L<sup>-1</sup> apresentaram um percentual acima de 80% de mortalidade das larvas e que em concentrações a partir de 70 mg L<sup>-1</sup> o percentual de mortalidade foi de 100% em 24 horas de ensaio. A análise estatística revelou que a concentração letal capaz de reduzir 50% das larvas (CL<sub>50</sub>) com o resíduo centrifugado foi de 23,17 mg L<sup>-1</sup> (20,84-25,47). Este resultado significa que a manipueira centrifugada exibe um potencial larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti*, sendo capaz de eliminar 50 % em concentrações iguais ou maiores de 23,17 mg L<sup>-1</sup>.

COSTA e colaboradores (2005), em seus estudos obtiveram CL<sub>50</sub> para três tipos de óleos essenciais: *S. aromaticum*, *L. sidoides* e *H. martiussi* de 21,4; 19,5 e 18,2 ppm, respectivamente. CHUNG e colaboradores (2009), avaliaram a atividade larvicida de *Dendropanax morbifera* L. concluindo que o óleo apresentou efeitos significativos e CL<sub>50</sub> de 62,32 ppm. KUMAR e colaboradores (2011), destacaram que o óleo essencial de *Menta piperita* L. possui uma CL<sub>50</sub> de 111,9 ppm. WARIKOO e colaboradores (2012) obtiveram CL<sub>50</sub> igual a 446,84 ppm para o extrato hexânico, obtido a partir das folhas de *Citrus sinensis*. GOMES e colaboradores (2016), estudaram o efeito larvicida do óleo essencial do *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre) e obtiveram CL<sub>50</sub> igual a 76,07 µg/mL. Esses resultados demonstram como o resultado obtido para o resíduo centrifugado foi, na maioria dos casos, superior aos encontrados na literatura para estudos utilizando produtos naturais.

Observou-se uma diminuição significativa no valor de CL<sub>50</sub> para o resíduo centrifugado, em comparação com o resíduo bruto. Tal ocorrência é explicada pelo fato de no resíduo bruto

ainda conter pequenas partículas de amido no sobrenadante, mesmo após um período de decantação. Por se tratar de matéria orgânica, o amido acabou servindo de alimento para as larvas.

## 5.2 Avaliação da atividade larvícida da manipueira: Resíduo liofilizado (pó)

O processo de liofilização consiste na remoção de água de um sistema, baseado no princípio da sublimação do gelo sob condições especiais de pressão e temperatura (TERRONI et al, 2013). A palavra chave da definição de liofilização está na estabilização do produto, por meio de uma série de operações no qual o material é submetido durante o processo: congelamento, sublimação, secagem a vácuo e armazenamento (JENNINGS, 1999).

A partir do ensaio larvícida com o resíduo liofilizado, observou-se que não houve nenhuma mortalidade das larvas nas concentrações analisadas. Tal resultado contraria alguns estudos, no qual avaliou-se o potencial do pó de manipueira. Por exemplo, os resultados encontrado por GONZAGA e colaboradores (2008), que realizou um estudo utilizando o pó de manipueira como um potencial inseticida sobre *Toxoptera citricida* (pulgão-preto do citros). O extrato liofilizado de manipueira foi pulverizado sobre as plantas de citros contendo os pulgões em cinco concentrações (10, 20, 30, 40, 50 mg/mL). Todas as concentrações analisadas causaram mortalidade dos pulgões acima de 50% em 120 horas de teste, sendo que a maior concentração obteve-se 100% de mortalidade. A análise estatística mostrou que a concentração letal média ( $CL_{50}$ ) foi de 12,25 mg/mL. Os autores reforçaram o uso da manipueira, uma vez que a mortalidade de 50% dos insetos em baixas concentrações é um fato importante na rotina da agricultura familiar e contribui para validar os princípios da agroecologia.

PASCUTTI e colaboradores (2018), realizaram um estudo utilizando manipueira liofilizada como um potencial inseticida por meio de testes de mortalidade em *Sitophilus zeamais* (gorgulho do milho), o pó de manipueira foi dividido para a obtenção de doze concentrações (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 mg mL<sup>-1</sup>). O monitoramento do experimento ocorreu durante 108 horas, sendo que as avaliações de mortalidade foram realizadas a cada 24 horas. Os resultados indicaram que em geral com o aumento da concentração de manipueira no meio, aumentava-se também a mortalidade média dos insetos. Os melhores resultados foram observados a partir da concentração de 40 mg mL<sup>-1</sup>, aonde a porcentagem média das primeiras 24 horas ultrapassa os 50%, chegando a controlar totalmente os insetos na maior concentração utilizada. Tal mortalidade provavelmente é consequência da grande quantidade de princípios ativos (ácido cianídrico e cianeto) presentes. As análises

estatísticas mostraram que a concentração letal média ( $CL_{50}$ ) necessária para controlar 50% dos insetos foi de 42,897 mg mL<sup>-1</sup>.



## 6 CONCLUSÃO

O resíduo aquoso de manipueira é um potencial larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti*. O resíduo bruto apresentou um percentual de 100% de mortalidade das larvas em 24 horas de ensaio em concentrações a partir de 70 mg L<sup>-1</sup>. O valor de CL<sub>50</sub> igual 36,78 mg L<sup>-1</sup> demonstra que o resíduo bruto exibe uma atividade larvicida contra as larvas do *Ae. aegypti*. Contudo, resultados interessantes foram obtidos com o resíduo centrifugado, uma vez que, uma maior mortalidade das larvas ocorreram em menores concentrações, sendo que a partir de 70 mg L<sup>-1</sup> o percentual foi de 100% de mortalidade em 24 horas. O valor de CL<sub>50</sub> igual 23,17 mg L<sup>-1</sup> também demonstra que o resíduo centrifugado exibe uma atividade larvicida contra o *Ae. aegypti*, porém, de maneira mais efetiva se comparado com o resíduo bruto, visto que as pequenas partículas de amido presentes neste resíduo, servem de alimento para as larvas.

O ensaio realizado com o resíduo liofilizado não apresentou nenhuma atividade larvicida, contrariando outros trabalhos encontrados na literatura que também avaliaram o potencial do pó de manipueira, demonstrando que tais ensaios necessitam serem revisados e refeitos.

## 7 PERSPECTIVAS DO TRABALHO

- Realizar um novo teste larvicida com a manipueira liofilizada, revisando a metodologia aplicada para que se possa reavaliar a mortalidade das larvas do *Ae. aegypti*.
- Determinação de cianeto livre e total presentes na manipueira.
- Realizar um teste de toxicidade, para verificar se a manipueira tem ação em organismos não-alvos.

## 8 REFERÊNCIAS

AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicação por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência Animal**, v. 16, n. 1, p. 17-26, 2006.

AVANCINI, S. R. P.; FACCIN, G. L.; VIEIRA, M. A.; ROVARIS, A. A.; PODESTÁ, R.; TRAMONTE, R.; de SOUZA, N. M. A.; AMANTE, E. R. Cassava starch fermentation wastewater: characterization and preliminary toxicological studies. **Science Direct**, v. 45, p. 2273-2278, 2007.

BRASIL. **Dengue – Orientações técnicas para pessoal de campo**. Santa Catarina: Secretaria de Estado da Saúde, 2015.

BRASIL. **Arboviroses em Sergipe: monitoramento e avaliação bimensal**. Sergipe: Secretaria de Estado da Saúde. Ano II, nº II, 2016.

BERMUDI, P. M. M.; KOWALSKI, F.; MENZATO, M. M.; FERREIRA, M. da C.; dos PASSOS, W. B. S.; OKU, V. J. A.; KUMOW, A.; LUCIO, T. V. F. M.; LIMA-CAMARA, T. N.; URBINATTI, P. R.; NETO, F. C. *Aedes aegypti* breeding site in na underground rainwater reservoir: a warning. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 122, p. 1-5, 2017.

COSTA, J. G. M.; dos SANTOS, P. F.; BRITO, S. A.; RODRIGUES, F. F. G.; COUTINHO, H. D. M.; BOTELHO, M. A.; de LIMA, S. G. Composição química e toxicidade de óleos essenciais de espécies de *Piper* frente a larvas do *Aedes aegypti*. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 3, p. 463-467, 2010.

COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, F. F. G.; ANGÉLICO, E. C.; SILVA, M. R.; MOTA, M. L.; SANTOS, N. K. A.; CARDOSO, A. L. H.; LEMOS, T. L. G. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* e *Syzigium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 304-309, 2005.

CONCEIÇÃO, A. A.; RÊGO, A. P. B.; SANTANA, H.; TEIXEIRA, I.; MATIAS, A. G. C. Tratamento de efluentes resultantes do processamento da mandioca e seus principais usos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 119-130, 2013.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; OLIVEIRA, S. S. **Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água**. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 1, p. 221-226, 2010.

CHUNG, ILL-MIN.; SEO, SU-HYUN.; KANG, EUN-YOUNG.; PARK, SUN-DONG.; PARK, WON-HWAN.; MOON, HYUNG-IN. Chemical composition and larvicidal effects of essential oil of *Dendropanax morbifera* against *Aedes aegypti* L. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 37, p. 470-473, 2009.

ERNANDES, S.; BIANCHI, V. L. D.; MORAES, I. O. Comparative studies of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* metabolism in diferent concentrations of cassava flour processing waste based media. **Advances in bioscience and biotechnology**, v. 5, p. 978-983, 2014.

FIOCRUZ. **Dengue: Vírus e Vetor**. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: 20 de Dezembro 2016.

FERREIRA, L. M.; SILVA-FILHA, M. H. N. L. Bacterial larvicides for vector control: mode of action of toxins and implications for resistance. **Biocontrol Science and Technology**, v. 23, n. 10, p. 1137-1168, 2013.

FERREIRA, S. G.; CONCEIÇÃO, V. S.; GOUVEIA, N. S.; SANTOS, G. S.; SANTOS, R. L. C.; LIRA, A. A. M.; CALVACANTI, S. C. H.; SARMENTO, V. H. V.; NUNES, R. S. An environmentally safe larvicide against *Aedes aegypti* based on *in situ* gelling nanostructured surfactant systems containing an essential oil. **Journal of colloid and interface science**, v. 456, p. 190-196, 2015.

FONSECA, W. L.; de ALMENIDA, F. A.; de OLIVEIRA, A. M.; LEITE, M. L. T.; PROCHNOW, J. T.; RAMOS, L. L. Toxicity of manipueira to *meloidogyne incógnita* in soybean. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 46, n. 4, p. 413-420, 2016.

GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; SILVA, L. M. G. E.; SARMENTO, U. C. Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra *Aedes Aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.

GERIS, R.; RIBEIRO, P. R.; BRANDÃO, M. S.; DA SILVA, H. H. G.; DA SILVA, I. G. Bioactive natural products as potential candidates to control *Aedes aegypti*, the vector of dengue. **Bioactive Natural Products**, v. 37, p. 277-376, 2012.

GIACOPPO, J. O. S.; CARREGAL, J. B.; JUNIOR, M. C.; da CUNHA, E. F. F.; RAMALHO, T. C. Towards the understanding of tetrahydroquinolines action in *Aedes aegypti*: larvicide or adulticide?. **Molecular Simulation**, v. 05, n. 33, p. 1-14, 2016.

GOMES, S. A.; PAULA, A. R.; RIBEIRO, A.; MORAES, C. O. P.; SANTOS, J. W. A. B.; SILVA, C. P.; SAMUELS, R. I. Neem oil increases the efficiency of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) larvae. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 669, p. 2-8, 2015.

GOMES, P. R. B.; SILVA, A. L. S.; PINHEIRO, H. A.; CARVALHO, L. L.; LIMA, H. S.; SILVA, E. F.; SILVA, R. P.; LOUZEIRO, C. H.; OLIVEIRA, M. B.; FILHO, V.E.M. Avaliação da atividade larvicida do óleo essencial do *Zingiber officinale Roscoe* (gengibre) frente ao mosquito *Aedes aegypti*. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 18, n. 2, p. 597-604, 2016.

GONZAGA, A. D.; GARCIA, M. V. B.; de SOUSA S. G. A.; PY-DANIEL, V.; CORREA, R. S.; RIBEIRO, J. D. Toxicidade de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) e erva-de-rato (*Palicourea marcgravii St. hill*) e adultos de *Toxoptera citricida kirkaldy* (Homoptera: Aphididae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 101-106, 2008.

GUBLER, D.J. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. **Archives of Medical Research**, v. 33, p. 330-342, 2002.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 6, p. 1-83, 2017.

JESUS, S. C. P.; de MENDONÇA, F. A. C. Atividade do extrato aquoso de mandioca sobre a mortalidade e reprodução do pulgão da couve. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v. 7, suplemento, p. 826-830, 2012.

JENNINGS, T. A. **Lyophilization: Introduction and Basic Principles**. 1ª edição, 1999.

KUMAR, S.; WAHAB, N.; WARIKOO, R. Bioefficacy of *Mentha piperita* essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. **Asian Pacific journal of tropical Biomedicine**, v. 1, n. 2, p. 85-88, 2011.

LACEY, L. A. *Bacillus thuringiensis* serovariety *israelensis* and *bacillus sphaericus* for mosquito control. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 23, n. 2, p. 133-163, 2007.

LEMOS, T. L. G.; MACHADO, L. L.; MONTE, F. J. Q.; MATTOS, M. C. Larvicida contra o mosquito *Aedes Aegypti* utilizando a “manipueira” obtida da espécie vegetal *Manihot Esculenta*. Brasil, **Patente PI 0505112-6 A**, 2007.

NEVES, O. S. C.; SOUZA, A. S.; COSTA, M. A.; SOUZA, L. A.; VIANA, A. E. S.; NEVES, V. B. F. Persistência do cianeto e estabilização do pH em manipueira. **Revista brasileira de tecnologia e agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 1274-1284, 2014.

NEVES, I. A.; REZENDE, S. R. F.; KIRK, J. M.; PONTES, E. G.; de CARVALHO, M. Composition and Larvicidal Activity of Essential Oil of *Eugenia Candolleana* DC. (MYRTACEAE) against *Aedes Aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 6, p. 2305-2315, 2017.

OGHENEJOBOH, K. M. Effects of cassava wasterwater on the quality of receiving water body intended for fish farming. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 6, n. 2, p. 164-171, 2015.

OLIVEIRA, G. L.; CARDOSO, S. K.; LARA JÚNIOR, C. R.; VIEIRA, T. M.; GUIMARÃES E. F.; FIGUEREDO, L. S.; MARTINS, E. R.; MOREIRA, D. L.; KAPLAN, M. A. C. Chemical study and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Piper aduncum* L. (Piperaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 4, p. 1227-1234, 2013.

OHIMAIN, E. I.; SILAS-OLU, D. I.; ZIPAMOH, J. T. Biowastes generation by small scale cassava processing centres in wilberforce Island, Bayelsa State, Nigeria. **Greener journal of Environment Management and Public Safety**, v. 2, n. 1, p. 51-59, 2013.

PASCUTTI, T. M.; FRANCO, D. P.; de ALENCAR, J. R. C. C.; FILHO, P. J. F.; GUERREIRO, J. C. Letalidade de manipueira de mandioca sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae). **Journal of Agronomic Sciences**, v. 7, n. 1, p. 26-35, 2018.

PORTO, K. R. A.; MOTTI, P. R.; YANO, M.; ROEL, A. R.; CARDOSO, C. L. A.; MATIAS, R. Sreening of plant extracts and fractions on *Aedes aegypti* larvae found in the state of Mato Grosso do Sul (linnaeus, 1762) (culicidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 2, p. 895-906, 2017.

PNRS. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2ª edição. Brasília, 2012.

SALVADOR-NETO, O.; GOMES, S. A.; SOARES, A. R.; MACHADO, F. L. S.; SAMUELS, R. I.; FONSECA, R. N.; SOUZA-MENEZES, J.; MORAES, J. L. C.; CAMPOS, E.; MURY, F. B.; SILVA, J. R. Larvicidal potential of the halogenated sesquiterpene (+)- obtusol, isolated from the alga *Laurencia dendroidea* j. Agardh (ceramiales: Rhodomelaceae), against the dengue vector mosquito *Aedes aegypti* (linnaeus) (Diptera: Culicidae). **Marine drugs**, v. 14, n. 20, p. 2-14, 2016.

SANTOS, G. T.; SILVA, T. B. **Perfil da agricultura Sergipana**. Disponível em: <http://www.observatorio.se.gov.br/images/PAM%20revisado%20novembro%202016/PAM%20revisado%20novembro%202016.pdf>. Acesso em: 21 de ago. 2017.

SANTOS, M. B.; MIRANDA, R. M. B.; TOLEDO, A. R. C.; CEZAR, V. R. S. Estudo do tratamento da manipueira em biodigestores anaeróbios de fases separadas. In: **1º SIMAGA- Simpósio Alagoano de Gestão Ambiental**. Arapiraca-AL, p. 1-10, maio de 2010.

SILVA, F. F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; MUNIZ, A. S.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; LABEGALINI, L.; NETO, V. S. C. Desdobramento do amido em glicose para identificar água residuária de indústrias de mandioca no perfil do solo. **Acta Science Agron**. v. 27, n. 3, p. 507-511, 2005.

SOUZA, E. A.; JUSTO, R. J. J.; MARTINS, Z. J. A. O espaço de produção da farinha de mandioca e impactos ambientais: uma análise na comunidade são Jorge município de são Miguel do Guamá-PA. **Educação, cultura e desenvolvimento regional**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2014.

TAUIL, P. L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. **Revista da sociedade brasileira de medicina tropical**, v. 39, n. 3, p. 275-277, 2006.

TERRONI, H. C.; de JESUS, J. M.; ARTUZO, L. T.; VENTURA, L. V.; SANTOS, R. F. **Liofilização**. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZA%C3%87%C3%83O.pdf> . Acesso em: 13 de ago. 2018.

VARGAS, D. L.; HILLIG, C.; NETTO, T. A. A necessidade de agrossistemas sustentáveis frente ao cenário social e ambiental na atualidade. **Monografias Ambientais**, v. 10, n. 10, p. 2260-2269, 2012.

WARIKOO, R.; RAY, A.; SANDHU, J. K.; SAMAL, R.; WAHAB, N.; KUMAR, S. Larvicidal and irritant activities of hexane leaf extracts of *Citrus sinensis* against dengue vector *Aedes aegypti* L. **Asian Pacific journal of tropical Biomedicine**, v. 2, n. 2, p. 152-155, 2012.

ZARA, A. L. S. A.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, E. S. F.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.